

*indifferent to salinity and alkaline reaction of water. The park natural complexes serve as important genetic basis of water flora diversity formation in the Prypiat and Dnieper basin.*

**Keywords:** *National Natural Park "Prypiat – Stokhid"; phytoplankton; phytomicroepiphyton; taxonomic diversity; saprobity*

*Надійшла до редколегії 26.01.10*

УДК [556.114:581.526.325] (285.3) (477-25)

**Ключенко П.Д., Медведь В.О., Горбунова З.Н., Іванова І.Ю.**

*Інститут гідробіології НАН України, м. Київ*

**Ліліцька Г.Г.**

*Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України, м. Київ*

## **ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ БЕЗСТІЧНИХ ОЗЕР м. КИЄВА**

**Ключові слова:** *безстічні озера м. Києва, динаміка вмісту, сполуки азоту і фосфору, планктонні водорості, хлорофіл"а"*

**Вступ.** Одним із практичних завдань сучасної екології є контроль за станом водойм, які розташовані на території великих міст. Такі водні об'єкти є досить чутливими до антропогенного навантаження і відповідають на нього негативними змінами, які погіршують або обмежують їх використання в рекреаційних цілях. Особливо нагальною є ця проблема для м. Києва, на території якого знаходиться велика кількість озер і ставків [2]. Як зазначає С.О. Афанасьєв [1], всі міські водойми поділяються на 4-и типи: 1) озера, які генетично пов'язані із заплавою Дніпра; 2) озера, які утворилися в руслах колишніх річок (р. Почайна); 3) ставки на водотоках; 4) безстічні озера. До останньої групи належать оз. Синє та оз. Голубе. Однак, незважаючи на безпосереднє розташування в межах міста (масив Виноградар), їх екологічний стан, зокрема, гідрохімічний режим, виявився мало дослідженим [6].

Загальновідомо, що різностороння діяльність людини призводить до зміни хімічного складу водного середовища. Найбільш повно характеризує гідрохімічний режим будь-якої водойми рівень біогенних речовин, в першу чергу, сполук азоту та фосфору. Збагачення води цими речовинами супроводжується значним погіршенням екологічного та санітарно-гігієнічного стану водного середовища.

На сьогодні хіміко-аналітичні методи контролю якості води досить часто застосовуються в поєднанні з вивченням біологічних показників, оскільки біота найбільш адекватно віддзеркалює якість водного середовища. Тонким реагентом на антропогенне навантаження є водорості, структурні і продукційні характеристики яких широко використовуються в якості індикаторів екологічного стану водних екосистем.

Враховуючи вищезазначене, метою нашої роботи було з'ясування особливостей гідробіологічного та гідрохімічного режиму двох безстічних озер м. Києва для екологічної оцінки стану їх вод.

**Матеріали та методи дослідження.** Озера Синє та Голубе – це безстічні водойми, які не мають гідравлічного зв'язку з Дніпром і використовуються в рекреаційних цілях. Їхня площа становить 2,8 і 0,7 га, відповідно.

Відбір проб води здійснювали протягом 2007 року. Вміст амонійного, нітратного та нітритного азоту, а також неорганічного фосфору визначали фотоколориметричним методом [4]. Кислотно-основні характеристики водного середовища оцінювали за допомогою іономіру ЭВ-74. Опрацювання альгологічного матеріалу здійснювали за традиційними методиками [7]. Вміст хлорофілу "а" визначали спектрофотометричним методом [5]. Екологічну оцінку якості озерної води здійснювали відповідно до методики [3].

**Результати та їх обговорення.** Під час проведення досліджень температура води в оз. Синьому та оз. Голубому коливалася, відповідно, від 0 до 23,8<sup>0</sup>С та від 0 до 23,5<sup>0</sup>С, а величина рН змінювалася в межах 8,34–9,74 і 7,73–9,38 (рис. 1, 2).

Спостереження за змінами вмісту неорганічних сполук в досліджених озерах показали, що динаміка амонійного азоту носила "стрибокподібний" характер. При цьому, в обох водоймах зафіксовано декілька підйомів вмісту іонів NH<sub>4</sub><sup>+</sup>. Так в оз. Синьому найбільший із них (0,31 мг N/дм<sup>3</sup>) спостерігався в серпні, тоді як в оз. Голубому їх було декілька – у березні (0,22 мг N/дм<sup>3</sup>), травні (0,24 мг N/дм<sup>3</sup>) і в серпні (0,19 мг N/дм<sup>3</sup>) (див. рис. 1, 2). В цілому, концентрації амонійного азоту складали: в оз. Синьому – 0,02–0,31 мг N/дм<sup>3</sup>, в оз. Голубому – 0,03–0,24 мг N/дм<sup>3</sup>.

Оцінка сезонної динаміки вмісту нітратного азоту в досліджених водоймах засвідчила, що його величини були найбільшими у весняний та осінньо-зимовий період. Так, в оз. Голубому відмічено один досить суттєвий «стрибок» вмісту іонів NO<sub>3</sub><sup>-</sup> у березні (0,98 мг N/дм<sup>3</sup>). В подальшому, з настанням вегетаційного періоду, концентрації нітратного азоту знаходилися в межах 0,01–0,20 мг N/дм<sup>3</sup>, а в грудні знову підвищувалися і складали 0,42 мг N/дм<sup>3</sup>.

В оз. Синьому вміст нітратів характеризувався найбільшими значеннями (0,18 мг N/дм<sup>3</sup>) у травні, жовтні та грудні, а найменшими – у липні (0,01 мг N/дм<sup>3</sup>).

Коливання концентрації нітритів протягом року в оз. Голубому тісно корелювали з динамікою вмісту нітратів ( $r = 0,94$ ), тоді як в оз. Синьому цей зв'язок був зворотнім ( $r = -0,12$ ) з максимумом концентрації (0,022 мг N/дм<sup>3</sup>) в липні.

Вміст неорганічного фосфору у досліджених водоймах коливався в межах: 0–0,060 мг P/дм<sup>3</sup> і 0–0,071 мг P/дм<sup>3</sup>, відповідно, в оз. Синьому та оз. Голубому. В останньому динаміка вмісту фосфатів була досить подібною до змін концентрації нітритів ( $r = 0,62$ ). В оз. Синьому максимумами концентрації

іонів  $\text{PO}_4^{3-}$  і  $\text{NO}_2^-$  не співпадали: у першому випадку підйом вмісту спостерігався в червні, а в другому – в липні.

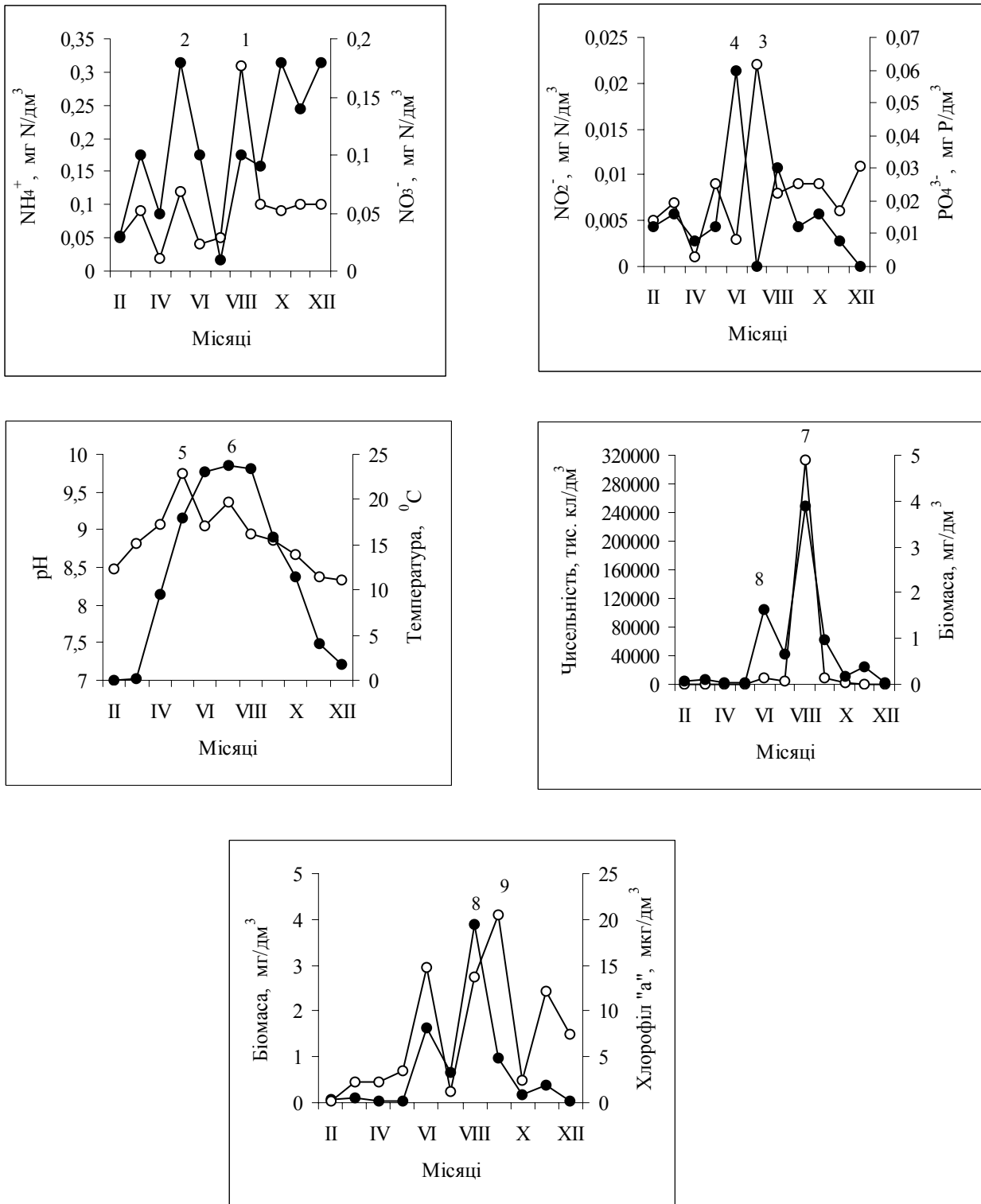
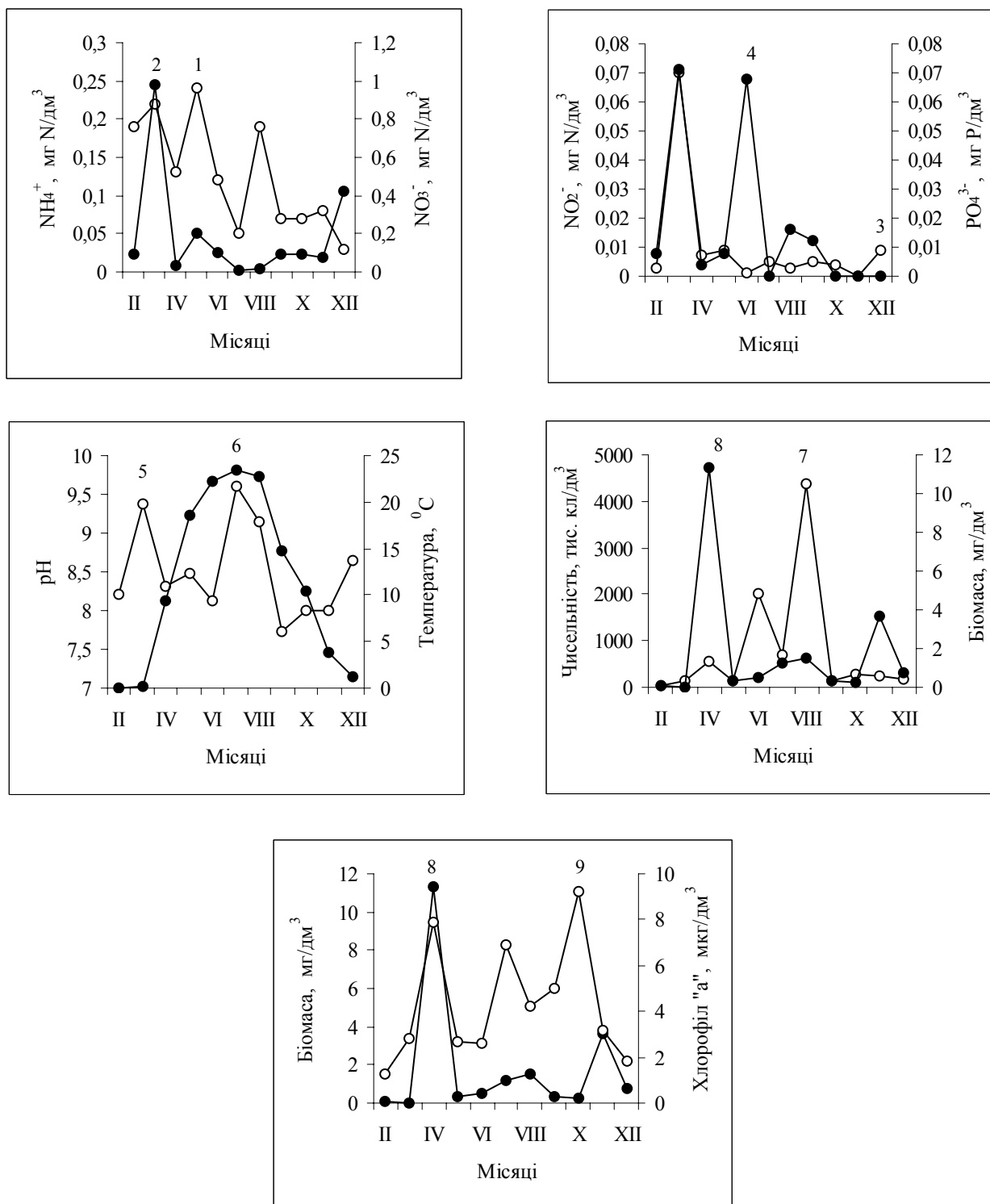


Рис. 1. Динаміка вмісту амонійного (1), нітратного (2) і нітритного (3) азоту, неорганічного фосфору (4), рН (5), температури води (6), чисельності (7) і біомаси (8) планктонних водоростей та хлорофілу "а" (9) в оз. Синьому.



**Рис. 2. Динаміка вмісту амонійного (1), нітратного (2) і нітритного (3) азоту, неорганічного фосфору (4), рН (5), температури води (6), чисельності (7) і біомаси (8) планктонних водоростей та хлорофілу "а" (9) в оз. Голубому.**

Інтенсивність розвитку планктонних водоростей в оз. Синьому характеризувалася одним досить добре вираженим максимумом (313675 тис. кл/дм<sup>3</sup> або 3,885 мг/дм<sup>3</sup>) у серпні завдяки посиленій вегетації синьо-зелених водоростей (99,6% від загальної чисельності клітин та 81,5% від загальної біомаси) (див. рис. 1). Домінуюче положення при цьому займала

*Merismopedia minima* Beck. Значна кількість цієї водорості спостерігалася також і у липні, тоді як в червні домінував *Chroococcus minor* (Kütz.) Näg. Переважання розвитку синьозелених водоростей у літній період свідчить про збагачення озерної води неорганічними сполуками азоту і фосфору. Так, співставлення динаміки вмісту зазначених біогенних речовин та розвитку планктонних водоростей у дослідженій водоймі засвідчило наявність прямої залежності між їхньою чисельністю і біомасою та вмістом амонійного азоту ( $r = 0,91$  і  $r = 0,78$ ), а також ортофосфатів ( $r = 0,30$  і  $r = 0,56$ ). В цілому, чисельність фітопланктону в оз. Синьому протягом періоду досліджень змінювалася від 74 до 313675 тис. кл/дм<sup>3</sup>, а біомаса – від 0,034 до 3,885 мг/дм<sup>3</sup>.

Різноманітним виявився і домінуючий комплекс рослинного планктону. Так, взимку до його складу входили *Dictyosphaerium pulchellum* Wood, *Epithemia turgida* (Ehr.) Kütz., *Chlamydomonas monadina* Stein і *Navicula radiosa* Kütz., навесні – *Westella botryoides* (W. West) De-Wild., *Desmodesmus armatus* (Chod.) Hegew., влітку – *Merismopedia minima*, *Chroococcus minor*, *Snowella lacustris* (Chod.) Kom. et Hind., *Coelastrum reticulatum* (Dang.) Senn, восени – *Aphanocapsa incerta* (Lemm.) Cronb. et Kom., *Merismopedia minima* G. Beck и *Cosmarium depressum* (Näg.) Lund.

Особливістю розвитку планктонних водоростей в оз. Голубому була наявність двох підйомів їх чисельності – в червні (2004 тис. кл/дм<sup>3</sup>) та в серпні (4386 тис. кл/дм<sup>3</sup>), а біомаси – у квітні (11,303 мг/дм<sup>3</sup>) (рис. 2). Весняний максимум у вегетації досліджуваних організмів був пов'язаний із переважанням розвитку у товщі води представників роду *Peridinium* Ehr. Це явище спостерігалось переважно у квітні, тоді як у травні їх замінили представники стрептофітових і зелених водоростей (*Cosmarium reniforme* (Ralfs) Arch., *Cosmarium turpinii*, *Pandorina morum* (O. Müll.) Bory і *Pandorina charkowiensis* Korsch.). Структуру домінуючого комплексу фітопланктону влітку визначали: у червні – *Snowella lacustris*, *Westella botryoides* і *Cosmarium formosulum* Hoff., у липні – *Westella botryoides* і *Dictyosphaerium pulchellum*, а у серпні – *Snowella lacustris*, *Microcystis pulverea* і *Peridinium cinctum* (O. Müll.) Ehr. За чисельністю клітин у вересні переважав *Microcystis pulverea*, а за біомасою – *Cosmarium turpinii* і *Cosmarium depressum* (Näg.) Lund. В пізньо-осінній період (листопад) структуру домінуючого комплексу визначали: за чисельністю – *Dictyosphaerium pulchellum*, а за біомасою – *Peridinium* sp. Представники роду *Peridinium* переважали також у зимньому планктоні. В цілому ж, чисельність клітин планктонних водоростей в оз. Голубому коливалася від 46 до 4386 тис./дм<sup>3</sup>, а біомаса знаходилася в межах 0,035–11,303 мг/дм<sup>3</sup>.

Досить важливим показником екологічного стану та трофічного статусу водойм є вміст хлорофілу "а" в одиниці об'єму води. Встановлено, що концентрація основного фотосинтетичного пігменту в оз. Синьому знаходилася в межах 0,19–20,53 мкг/дм<sup>3</sup>, а в оз. Голубому – 1,29–9,24 мкг/дм<sup>3</sup>. Співставлення динаміки вмісту хлорофілу "а" з біомасою планктонних водоростей в досліджених озерах показало існування між ними

прямого зв'язку ( $r = 0,57$  і  $r = 0,37$ , відповідно, для оз. Синього та оз. Голубого). Виявлена відмінність ступеню взаємозв'язку між досліджуваними показниками, очевидно, обумовлена різним складом домінуючого комплексу фітопланктону, що вплинуло на вміст хлорофілу "а". Так, якщо його середня кількість в оз. Синьому складала  $7,3 \text{ мкг/дм}^3$ , то в оз. Голубому –  $4,3 \text{ мкг/дм}^3$ .

**Висновки.** Оцінка якості води двох безстічних озер м. Києва – оз. Синього та оз. Голубого, проведена згідно екологічної класифікації поверхневих вод суші, свідчить про те, що досліджувані водойми є "чистими" за вмістом неорганічних сполук азоту та фосфору. Таку ж якість води підтверджує і інтенсивність розвитку в них планктонних водоростей. Аналіз трофічного статусу досліджених озерних екосистем за гідробіологічними і гідрохімічними показниками дозволяє віднести їх до мезотрофного типу.

### Список літератури

1. Афанасьев С.А. Характеристика гидробиологического состояния разнотипных водоемов города Киева / С.А. Афанасьев // Вестник экологии. – 1996. – № 1–2. – С. 112–118.
2. Київ як екологічна система: природа–людина–виробництво–екологія / Стецюк В.В., Шищенко П.Г., Олійник Я.Б. та ін. – К. : ЦЕОІ, 2001. – 259 с.
3. Методика встановлення і використання екологічних нормативів якості поверхневих вод суші та естуарійв України / Романенко В.Д., Жукинський В.М., Оксіюк О.П. та ін. – К., 2001. – 48 с.
4. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши / Под ред. А.Д. Семенова. – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 542 с.
5. Сиренко Л.А. Определение содержания хлорофилла "а" в планктоне пресноводных водоемов / Л.А. Сиренко, А.В. Курейшевич. – К. : Наук. думка, 1982. – 51 с.
6. Гідрохімічний режим деяких водойм м. Києва взимку та навесні 2002 р. / Ситник Ю.М., Івашкевич К.О., Князева Є.С., Лапшова С.О.// Екологічний стан водойм м. Києва. – К., 2005. – С. 13–29.
7. Топачевский А.В. Пресноводные водоросли Украинской ССР / А.В. Топачевский, Н.П. Масюк.. – К. : Вища школа, 1984. – 334 с.

### Оцінка екологічного стану безстічних озер м. Києва

**Клоченко П.Д., Медведь В.О., Горбунова З.Н., Иванова І.Ю., Лилицкая Г.Г.**

*Досліджено сезонну динаміку вмісту неорганічних сполук азота і фосфора, а також розвиток планктонних водоростей і хлорофілу "а" в оз. Синьому і оз. Голубому (м. Києва). Вміст іонів  $\text{NH}_4^+$  у воді перебуває у межах  $0,02\text{--}0,31 \text{ мг N/дм}^3$  і  $0,03\text{--}0,24 \text{ мг N/дм}^3$ ,  $\text{NO}_2^-$  –  $0,001\text{--}0,022 \text{ мг N/дм}^3$  і  $0\text{--}0,070 \text{ мг N/дм}^3$ ,  $\text{NO}_3^-$  –  $0,01\text{--}0,18 \text{ мг N/дм}^3$  і  $0,01\text{--}0,98 \text{ мг N/дм}^3$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$  –  $0\text{--}0,060 \text{ мг P/дм}^3$  і  $0\text{--}0,071 \text{ P/дм}^3$ . Чисельність і біомаса фітопланктону в оз. Синьому коливалася від 74 до 313675 тис. кл/дм<sup>3</sup> і від 0,034 до 3,885 мг/дм<sup>3</sup>, в оз. Голубому – від 46 до 4386 тис. кл/дм<sup>3</sup> і від 0,035 до 11,303 мг/дм<sup>3</sup>, а концентрація хлорофілу "а" склала відповідно  $0,19\text{--}20,53 \text{ мкг/дм}^3$  і  $1,29\text{--}9,24 \text{ мкг/дм}^3$ . Вода безстічних озер є "чистою" за кількістю неорганічних сполук азота і фосфора. Така якість води підтверджує ступінь розвитку в озерах планктонних водоростей.*

**Ключові слова:** безстічні озера м. Києва, динаміка вмісту, сполуки азоту і фосфору, планктонні водорості, хлорофіл "а".

### Оценка экологического состояния бессточных озер г. Киева

**Клоченко П.Д., Медведь В.А., Горбунова З.Н., Иванова И.Ю., Лилицкая Г.Г.**

*Исследована сезонная динамика содержания неорганических соединений азота и фосфора, а также развития планктонных водорослей и хлорофила "а" в оз. Синем и оз. Голубом (г. Киев). Содержание ионов  $\text{NH}_4^+$  в воде находилось в пределах  $0,02\text{--}0,31 \text{ мг N/дм}^3$  и  $0,03\text{--}0,24 \text{ мг N/дм}^3$ ,  $\text{NO}_2^-$  –  $0,001\text{--}0,022 \text{ мг N/дм}^3$  и  $0\text{--}0,070 \text{ мг N/дм}^3$ ,  $\text{NO}_3^-$  –  $0,01\text{--}0,18 \text{ мг N/дм}^3$  и  $0,01\text{--}0,98 \text{ мг N/дм}^3$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$  –  $0\text{--}0,060 \text{ мг P/дм}^3$  и  $0\text{--}0,071 \text{ P/дм}^3$ ,*

соответственно. Численность и биомасса фитопланктона в оз. Синем колебалась от 74 до 313675 тис. кл/дм<sup>3</sup> и от 0,034 до 3,885 мг/дм<sup>3</sup>, в оз. Голубом – от 46 до 4386 тис. кл/дм<sup>3</sup> и от 0,035 до 11,303 мг/дм<sup>3</sup>, а концентрация хлорофилла "а" составляла, соответственно, 0,19–20,53 мкг/дм<sup>3</sup> и 1,29–9,24 мкг/дм<sup>3</sup>. Вода бессточных озер является "чистой" по количеству исследованных неорганических соединений азота и фосфора. Такое качество воды подтверждает и степень развития в озерах планктонных водорослей.

**Ключевые слова:** бессточные озера г. Киева, динамика содержания, соединения азота и фосфора, планктонные водоросли, хлорофил "а".

### **Assessment of the ecological state of lakes of Kyiv**

**Klochenko P.D., Medved V.A., Gorbunova Z.N., Ivanova I.Yu., Lilitskaya G.G.**

*Seasonal dynamics of the development of plankton algae and of the content of chlorophyll "a" and of inorganic compounds of nitrogen and phosphorus were studied in the lakes Sineye and Goluboye (Kiev). The content of NH<sub>4</sub><sup>+</sup> in the water was 0.02–0.31 mg N/L and 0.03–0.24 mg N/L, NO<sub>2</sub><sup>-</sup> – 0.001–0.022 mg N/L and 0–0.070 mg N/L, NO<sub>3</sub><sup>-</sup> – 0.01–0.18 mg N/L and 0.01–0.98 mg N/L, whereas the content of PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> – 0–0.060 mg P/L and 0–0.071 mg P/L, respectively. In Lake Sineye, the numbers and biomass of phytoplankton accounted for 74–313675 thousand cells/L, whereas its biomass was 0.034–3.885 mg/L, in Lake Golyboye – 46–4386 thousand cells/L and biomass – 0.035–11.303 mg/L. The water of the studied lakes was characterized by a rather low content of inorganic compounds of nitrogen and phosphorus ("clean"). The intensity of plankton algae development of was appropriate to the above-mentioned categories of water quality.*

**Keywords:** lakes of Kyiv, dynamics of the development, compounds of nitrogen and phosphorus, plankton algae, content of chlorophyll "a".

*Надійшла до редколегії 22.01.10*

УДК (591.524.12 : 621.311.212) : 574.63

**Пашкова О.В.**

*Інститут гідробіології НАН України, м. Київ*

## **ІНДИКАЦІЯ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ ПІВДЕННО-УКРАЇНСЬКОГО ЕНЕРГОКОМПЛЕКСУ ЗА ЗООПЛАНКТНОМ**

**Ключові слова:** зоопланктон, різноманіття, структура, індикація, екологічний стан

**Вступ.** Перспективним напрямком у розвитку енергетики є створення енергокомплексів, які на основі спільного використання пов'язаних між собою водних об'єктів технологічно об'єднують електростанції різних типів (АЕС, ГЕС і ГАЕС). Зрозуміло, що екосистеми водойм, які забезпечують роботу таких комплексів, зазнають інтенсивного багатofакторного антропогенного навантаження і тому потребують пильної уваги вчених. Характерними рисами гідрологічного та гідрохімічного режиму цих водойм є великі швидкості течії, посилене турбулентне перемішування, значні добові коливання рівня води, підвищена температура та висока насиченість

**Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2010. – Т.2(19)**